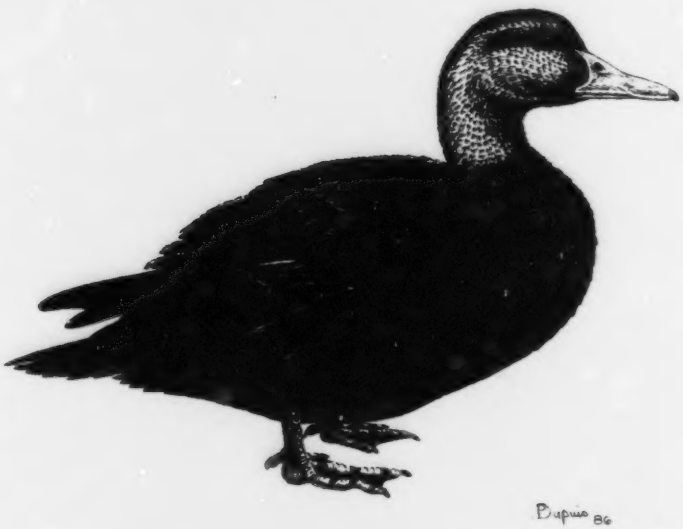
CONSÉQUENCES SUR LES CANARDS D'UNE EXPOSITION CHRONIQUE AUX RÉSIDUS DE PÉTROLE DANS LEURS MARAIS D'ÉLEVAGE: LE CAS DU CZANTORIA

Jean RODRIGUE
Jean-Luc DESGRANGES



SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES N° 107
Région du Québec 1990
Service canadien de la faune

Environment Canada
Environnement Canada
Canadian Wildlife Service
Service Canadien de la faune
Canada

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports donnant des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF) a démarré en 1986. L'objet de ces rapports est de promouvoir la diffusion d'études s'adressant à un public restreint ou trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou l'une des séries du SCF.

Ordinairement, seuls les spécialistes des sujets traités demandent ces rapports techniques. Ces documents ne sont donc produits qu'à l'échelon régional et en quantités limitées; ils ne peuvent être obtenus qu'à l'adresse figurant au dos de la page titre. Cependant, leur numérotage est effectué à l'échelle nationale. La citation recommandée apparaît à la page titre.

Ces rapports se trouvent dans les bibliothèques du SCF et figurent aussi dans les listes du système de référence DOBIS utilisé dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur en fonction du public visé. **En vue de déterminer si la demande est suffisamment importante pour produire ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Il faut envoyer les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle à l'adresse indiquée au verso de la page titre.**

TECHNICAL REPORT SERIES CANADIAN WILDLIFE SERVICE

This series of reports, established in 1986, contains technical and scientific information from projects of the Canadian Wildlife Service. The reports are intended to make available material that either is of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for these Technical Reports is usually confined to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities; they can be obtained only from the address given on the back of the title page. However, they are numbered nationally. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed with the DOBIS system in major scientific libraries across Canada. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience. **To determine whether there is significant demand for making the reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

L'illustration de la couverture est une œuvre de P. Dupuis. Elle ne peut dans aucun cas être utilisée sans avoir obtenu préalablement la permission écrite de l'auteur.

Cover illustration is by P. Dupuis and may not be used for any other purpose without the artist's written permission.

92-07795/

CONSÉQUENCES SUR LES CANARDS D'UNE EXPOSITION CHRONIQUE AUX RÉSIDUS DE PÉTROLE DANS LEURS MARAIS D'ÉLEVAGE: le cas du CZANTORIA

Jean Rodrigue[1]
Jean-Luc DesGranges[2]

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES N°107
Région du Québec 1990
Service canadien de la faune

Ce rapport peut être écrit comme suit:

Rodrigue, J. et J.L. DesGranges. 1990. Conséquences sur les canards d'une exposition chronique aux résidus de pétrole dans leurs marais d'élevage: le cas du CZANTORIA. Série de rapports techniques n°107, Service canadien de la faune, région du Québec. xiii + 22pp. + annexes.

---

[1] Dept. Renew. Res., Macdonald College, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec), H9X 1C0.

[2] Service canadien de la faune, Environnement Canada, C.P. 10100, Sainte-Foy (Québec), G1V 4H5.

Publié avec l'autorisation du
Ministre de l'Environnement.
Service canadien de la faune

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
Numéro de catalogue CW 69-5/107F
ISBN 0-662-96349-0
ISSN 0831-6481

1. Canards - déversement d'hydrocarbures.

Copies disponibles auprès du

Service canadien de la faune
Région du Québec
1141, Route de l'Église, C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec), G1V 4H5

RÉSUMÉ

Suite à un important déversement de pétrole dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Québec, et au nettoyage des milieux riverains qui en a découlé, des canards domestiques (i.e. Canards de Pékin) ont été placés pendant une période de deux mois, dans des marais qui avaient été souillés par l'huile. Des canetons sauvages prélevés dans le milieu ont complété l'échantillonnage.

Malgré la petitesse de nos effectifs (plusieurs canards domestiques ayant disparus en cours d'expérience), nous croyons que l'opération nettoyage a été bien réussie. En effet, les canards domestiques et les canetons sauvages recueillis sur les battures affectées montraient peu de symptômes caractéristiques d'une contamination au pétrole. D'un point de vue physiologique, les canards élevés dans la zone qui avait été souillée par le pétrole ont tout de même souffert de famine comme en témoigne leur perte régulière de poids ainsi que la diminution des protéines plasmiques et du nombre de globules par unité de volume sanguin (accompagnée d'une régénérescence active des globules rouges). Ces symptômes découlent probablement d'une pénurie de nourriture (du moins adéquate pour cette espèce) dans les marais intertidaux des sites à l'étude. Du côté de la contamination par les organochlorés et les biphényles polychlorés, la situation n'est pas préoccupante. Les quelques contaminants détectés à l'état de traces (mais en concentrations un peu plus grandes dans la zone affectée) ne peuvent pas être associés directement au déversement de pétrole qui nous préoccupe.

ABSTRACT

Following a major oil spill in the St-Lawrence River near Quebec City and the subsequent river clean-up, domestic ducks were placed for a two-month period in marshes previously contaminated with oil. Wild ducklings were also collected in the area.

Despite our small sample (a number of domestic ducks disappeared during the experiment), we believe that the clean-up effort was a success. The domestic ducks and wild ducklings collected on affected coastal marshes showed few of the symptoms characteristic of oil contamination. With respect to physiological effects, ducks raised in the previously contaminated area nonetheless encountered famine, as evidenced by their steady weight loss and the drop in plasma proteins and blood cell counts (accompanied by active rejuvenation of red blood cells). These symptoms can probably be attributed to a lack of food (suitable at least for this species) in the intertidal marshes of the sites under study. With respect to organochlorine contamination, polychlorinated biphenyls do not pose a problem and the few contaminants detected in trace concentrations, although found at slightly higher levels in the affected area, cannot be directly associated with the oil spill which constitutes the focus of this study.

TABLE DES MATIÈRES

PAGE

RÉSUMÉ III
ABSTRACT IV
LISTE DES TABLEAUX VI
LISTE DES FIGURES VII
LISTE DES ANNEXES VII
REMERCIEMENTS VIII

1. INTRODUCTION 1

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES 3

2.1 Travail de terrain 3
2.1.1. Mise à l'eau des canards 3
2.1.2. Visite aux sites à mi-temps de l'étude 4
2.1.3. Récupération des Canards de Pékin et collecte de canetons sauvages 4

2.2 Travail de laboratoire 5
2.2.1. Nécropsies et analyses sanguines 5
2.2.2. Analyses chimiques 6
2.2.2.1. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 6
2.2.2.2. Composés organochlorés(OC) et Biphényles polychlorés(BPC)... 7

3. RÉSULTATS 8

3.1 Récolte des échantillons 8
3.2 Rapport de nécropsie 8
3.3 Analyses sanguines 12
3.4 Analyses chimiques 12
3.4.1. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 12
3.4.2. Composés organochlorés et BPC 14

4. DISCUSSION 14

4.1 Condition physiologique des canards 14
4.2 Contamination des tissus 19

5. CONCLUSION 20

6. RÉFÉRENCES 22

ANNEXES 23

LISTE DES TABLEAUX

PAGE

Tableau 1 - Liste des échantillons récoltés 9

Tableau 2 - Nombre d'analyses effectuées 10

Tableau 3 - Moyennes des poids relatifs des organes (pds organe/pds corporel) 11

Tableau 4 - Moyennes des paramètres sanguins 13

Tableau 5 - Nombres de contaminants (OC-PCB) présents dans le foie des Canards de Pékin 15

Tableau 6 - Concentrations des composés organochlorés présents dans le foie des Canards de Pékin 16

Tableau 7 - Concentrations des isomères de BPC présents dans le foie des Canards de Pékin 17

Tableau 8 - Concentrations de certains composés organochlorés et de BPC totaux dans le foie des Canards de Pékin 21

LISTE DES FIGURES

PAGE

Figure 1 - Carte de la zone affectée montrant l'emplacement des sites d'étude 2

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Rapport de nécropsie 23

Annexe 2 - Liste des composés analysés 24

Annexe 3 - Liste et données des captures 25

Annexe 4 - Poids de certains organes internes des sujets à l'étude.. 26

REMERCIEMENTS

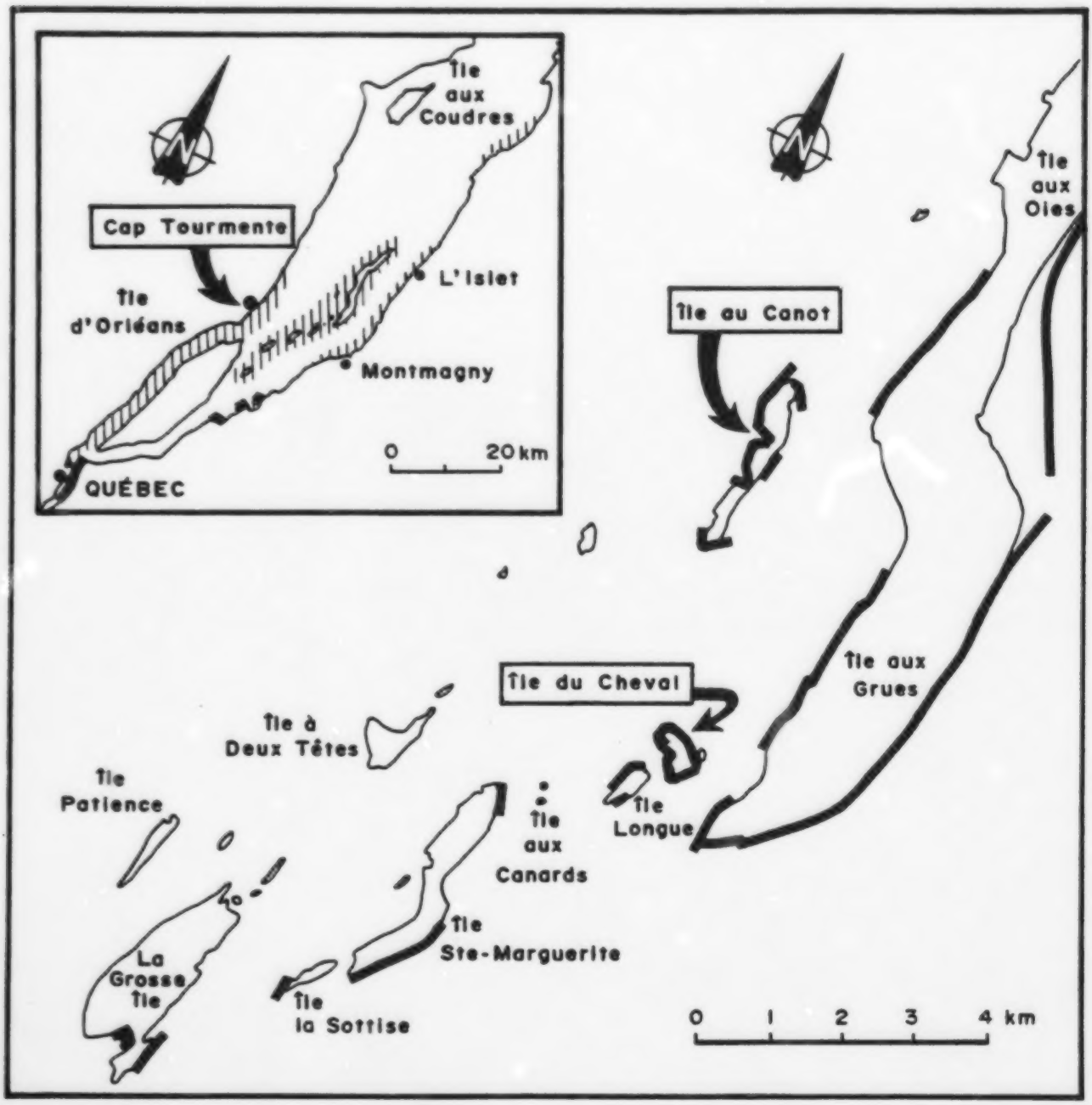
Ce travail, réalisé dans le cadre du volet "Évaluation des écosystèmes" du Plan d'action Saint-Laurent, a bénéficié d'une participation financière de la pétrolière ULTRAMAR. Nous tenons à remercier MM. Raynald Archambault et Dick Tribe pour cette généreuse subvention et nous désirons adresser un merci tout particulier aux Drs. Catherine Isler (Institut de médecine vétérinaire, Université de Montréal), Émilien Pelletier (INRS-Océanologie) et Richard Turle (Centre national de la recherche faunique-SCF) pour leur participation à la réalisation des nécropsies et des analyses chimiques. M. Claude Rivest (Environnement Canada - Protection) a fourni les informations relatives aux sites affectés par la nappe de pétrole tandis que Ms Lise Villeneuve a dessiné la figure montrant la localisation des sites d'étude. Enfin, M. Denis Lehoux (SCF-Qc) a discuté avec nous les résultats présentés dans ce rapport -- ses commentaires judicieux ont été très appréciés.

1. INTRODUCTION

Le 8 mai 1988, le pétrolier polonais CZANTORIA heurtait le quai d'ULTRAMAR à Lévis entraînant ainsi le déversement de 400 tonnes d'huile légère dans le fleuve Saint-Laurent. Au cours des jours qui ont suivis, la nappe d'huile a dérivée vers d'importants sites de rassemblement et d'élevage de la sauvagine dans les marais côtiers de l'archipel de Montmagny (Figure 1). La pétrolière ULTRAMAR a rapidement entrepris le nettoyage des secteurs souillés, en coupant et en recueillant la végétation tachée d'huile ou en absorbant l'huile à l'aide de chiffons ultra-absorbants. Cette opération a durée environ deux mois et a été généralement bien réussie. Le Service canadien de la faune a tout de même tenu à s'assurer que l'exposition chronique aux résidus d'huile toujours présents après le nettoyage n'aurait pas de conséquences néfastes sur la sauvagine.

Pour cela, nous avons choisi de placer pour quelque temps des canards domestiques (i.e. Canards de Pékin) dans des marais côtiers de la zone affectée. Le Canard de Pékin, tout comme son ancêtre le Canard colvert (Anas platyrhynchos) peut vivre aussi bien en eau douce qu'en eau salée et a déjà servi à déterminer les effets de l'ingestion de pétrole par les oiseaux aquatiques (Malins, 1977).

Les déversements de pétrole peuvent affecter les oiseaux de plusieurs façons. Dans un premier temps, on constate surtout des modifications comportementales (ex.: perte d'appétit (Malins, 1977) et abandon des nids) et/ou des altérations physiques telle la perte des propriétés isolantes du plumage, pouvant conduire à la mort par hypothermie (Hartung, 1967). L'augmentation du poids de l'oiseau causée par l'huile imprégnée dans ses plumes peut aussi entraîner la noyade de ce dernier (Malins, 1977). À plus long terme, l'ingestion chronique de nourriture tachée par des produits pétroliers entraîne souvent des conséquences systémiques graves telle que l'anémie, des hémorraghies au niveau du tractus digestifs, la pneumonie, l'augmentation du poids des surrénales, la diminution des lipides hépatiques



Légende

Sites d'études

Zones affectées par le pétrole

Zones d'utilisation forte par l'Oie blanche et la sauvagine

FIGURE 1. CARTE DE LA ZONE AFFECTÉE MONTRANT L'EMPLACEMENT DES SITES D'ÉTUDE.

de même que des dommages aux reins et au foie (Hartung & Hunt, 1966; Malins, 1977). Ces troubles physiologiques causent parfois la mort des oiseaux (Leighton et al, 1983).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 TRAVAIL DE TERRAIN

2.1.1. Mise à l'eau des canards: Des Canards de Pékin adultes, femelles de deux ans (provenant de la ferme d'élevage du lac Brome) et n'ayant jamais été exposés à des contaminants ont donc été relâchés suite au nettoyage, dans deux marais côtiers qui avaient été passablement souillés -- soit à l'île au Canot et à l'île au Cheval (Figure 1). D'autres canards ont aussi été placés au Cap Tourmente (près du ruisseau "La Friponne") dans un marais épargné par la nappe d'huile. De façon générale, ces canards de basse-cour se confinent généralement à un petit territoire lorsque la nourriture est abondante. Étant tout blancs, ils sont très visibles et comme ils ne volent pas, ils peuvent être capturés facilement à la fin d'une expérience. Dans certaines conditions, ces avantages peuvent toutefois s'avérer des handicaps puisqu'ils rendent les oiseaux plus vulnérables à la prédation et au braconnage.

À cause de contraintes logistiques (heures des marées, activités de nettoyage et disponibilité de l'hélicoptère), les canards n'ont pas pu être placés le même jour aux trois endroits. Le 19 mai, dix individus étaient relâchés au Cap Tourmente (le site témoin) tandis que le 25 mai, huit canards ont été placés à deux sites récemment nettoyés, soit quatre oiseaux à l'île au Canot et quatre autres à l'île au Cheval. La disponibilité à court terme de canards domestiques étant très limitée, nous n'avons pas pu en placer davantage dans les sites affectés de la région. Le poids de chaque canard a été noté juste avant la mise à l'eau.

2.1.2. Visite aux sites à mi-temps de l'étude: Le 15 et 16 juin, soit près d'un mois après le début de l'étude, nous sommes retournés à chacun des sites pour prélever des échantillons de sang, mesurer le poids et collectionner quelques canards pour les remplacer par de nouveaux individus non contaminés. Ces nouveaux oiseaux, introduits plus tard sur les sites, ont pour but de nous renseigner sur la diminution progressive des risques de contamination au fur et à mesure que les éléments naturels (marées, pluies, soleil, etc) parviennent à éliminer une partie des résidus de pétrole que les équipes de nettoyage n'avaient pas réussi à faire disparaître complètement. L'un des deux canards récupérés à l'île au Canot a immédiatement été sacrifié pour fin d'autopsie tandis que le second devait être placé en enclos pour n'être sacrifié qu'un mois plus tard à un moment où il aurait eu le temps de se débarrasser de la majorité des contaminants présents dans son organisme. Malheureusement, celui-ci est mort quelques jours après son transfert dans l'enclos.

2.1.3. Récupération des Canards de Pékin et collecte de canetons sauvages: La dernière étape du travail de terrain consistait à récupérer, deux mois après la mise à l'eau, les Canards de Pékin encore vivants et à collectionner des canetons sauvages de Canard noir (Anas rubripes) et de Canard colvert (Anas platyrhynchros). Ces canetons d'origine sauvage doivent nous aider à faire le lien entre les résultats obtenus à l'aide de canards domestiques et ceux que nous aurions obtenus si nous avions pu étudier des espèces de canards locaux. Pour nous faciliter la tâche, nous avons eu recours à des chiens pointeurs. Grâce à eux, nous avons réussi à capturer deux canetons sauvages au Cap Tourmente ainsi que douze à l'île aux Grues et à l'île aux Oies. Seulement deux Canards de Pékin ont pu être retrouvés et capturés à l'île au Canot alors qu'aucun n'a été revu au Cap Tourmente. Ils ont été pesés le jour même. Cette opération de récupération a eu lieu le 12 juillet au Cap Tourmente et le 13 juillet dans l'archipel de Montmagny.

2.2 TRAVAIL DE LABORATOIRE

2.2.1. Nécropsies et analyses sanguines: Les nécropsies et analyses sanguines ont été effectuées à la faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal par le Dr. Catherine M. Isler. Au total sept Canards de Pékin et quatorze canetons sauvages ont été autopsiés. Les nécropsies ont toujours été effectuées le lendemain de la récolte des spécimens. Les oiseaux ont été tués par dislocation cervicale. Après un examen général du plumage, des prélèvements de différents tissus ont été fait en vue d'analyses microscopiques.

Les prélèvements sanguins sur les Canards de Pékin ont été effectués peu de temps après leur capture tandis que chez les canetons, ils ont été faits juste avant qu'ils ne soient sacrifiés pour leur nécropsie. Cette différence entre le moment des prélèvements sanguins chez les canards domestiques et les canetons sauvages est due au faible développement des ailes chez les canetons, ce qui rend difficile la prise de sang à cet endroit comme ont le fait généralement chez les canards adultes. Pour les canetons, la prise de sang a été effectuée au niveau du coeur, juste avant les nécropsies qui ont eu lieu quelque 18 heures après les captures. Pendant cette période, les canetons ont été placés en enclos où de l'eau et de la nourriture leur ont été fournis. Les analyses sanguines n'ont pas pu être faites sur tous les canetons car certains sont morts peu de temps après leur capture par les chiens entrainant la coagulation rapide de leur sang.

Les échantillons de sang ont été placés dans deux tubes (VACUTAINER 5ml) dont l'un contenant un anticoagulant (EDTA) et l'autre pas. Ils ont été gardés au frais jusqu'aux analyses sanguines. Les analyses ont été faites le jour même afin d'éviter une trop grande hémolyse des globules rouges. Des échantillons de sang non coagulé (tubes avec EDTA) ont été prélevés dans des microcapilaires et centrifugés pour fournir des hématocrites. Cette procédure permet de trouver le

pourcentage de globules par unité de volume sanguin (PCV). Le pourcentage de protéines a été également déterminé dans la fraction de plasma obtenue par centrifugation. Les pourcentages de lymphocytes, de monocytes et d'hétérocytes ont quant à eux été obtenus par une évaluation semi-quantitative sur lame. Ces frottis sanguins ont aussi servi à évaluer la quantité de corps de Heinz. Toutes ces analyses ont pour but de nous renseigner sur la condition physique générale des oiseaux.

2.2.2. Analyses chimiques: Le foie, le cerveau, les reins ainsi que des plumes ont été prélevés sur les Canards de Pékin et les canetons pour fin d'analyse. Seuls les foies des canards ont été analysés. Les autres tissus sont conservés dans la banque de tissus du Centre national de la recherche faunique (Env. Can. - S.C.F.; Hull). Les échantillons ont été placés dans des pots préalablement rincés à l'hexane et dont l'intérieur du couvercle était recouvert de papier d'aluminium. Ils ont été gardés congelés jusqu'aux analyses chimiques.

2.2.2.1. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP): Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) forment une famille de composés constitués exclusivement de carbone et d'hydrogène et dont la structure des molécules comprend au moins deux noyaux aromatiques fusionnés. Ces composés réputés cancérigènes pour les animaux sont aussi potentiellement mutagènes et tératogènes. Les HAP possèdent des points de fusion et d'ébullition élevés, une faible tension de vapeur et une très grande capacité d'absorption à la surface des particules. Les HAP proviennent surtout de la combustion ou de la pyrolyse incomplète des matières organiques. Ils sont également présents dans le pétrole brut et plusieurs produits du pétrole (CNRC, 1983), d'où leur intérêt dans le cadre de cette étude.

Les analyses de HAP ont été effectuées à l'I.R.N.S.--- Océanologie à Rimouski. En résumé, la procédure retenue implique l'extraction au SOXHLET pendant 12 heures au CH_2CL_2 sur 10g de foie

contaminé à 2 ppm. L'extraction est suivie de 4 lavages au H_2SO_4/NaOH de façon à éliminer la plus grande partie des lipides et des corps gras. Une première étape de purification se fait sur colonne de FLORISIL activé à 450°C et désactivé avec 3% d'eau. Les aliphatiques et HAP sont élués de cette colonne avec 75 ml d'hexane / dichlorométhane 90:10. La séparation des aliphatiques des HAP se fait sur colonne de silice activée à 200°C et désactivée avec 5% d'eau. Une première fraction est obtenue en éluant avec 40 ml d'hexane. Cette fraction contient les hydrocarbures aliphatiques. Une deuxième fraction est obtenue en éluant avec 25 ml d'hexane / dichlorométhane 80:20, cette fraction contient les HAP. Le rendement général de cette procédure est de l'ordre de 80%. Les foies de canards étant plus gras que ceux des poulets utilisés pour optimiser la procédure de purification, une deuxième procédure de purification a été ajoutée avant la séparation sur colonne de FLORISIL et de silice. Cette procédure implique la saponification des lipides par reflux au KOH 1,5M/MeOH: H_2O 3:1. Le rendement après cette nouvelle étape est de 64%.

2.2.2.2. Composés organochlorés et Biphényles polychlorés (OC et BPC): Un des effets possibles de la présence d'un film de pétrole sur une nappe d'eau est la dissolution des pesticides organochlorés (DDT, dieldrine et autres) dans le pétrole, ces composés étant beaucoup plus solubles dans le pétrole que dans l'eau. Une étude a déjà montré que la concentration de dieldrine dans une nappe d'huile était dix mille fois plus forte que celle dans l'eau environnante (Seba & Corcoran 1969, 1971).

Les analyses d'OC et de BPC ont été faites au laboratoire du Centre national de la recherche faunique à Hull. Les échantillons ont été homogénéisés à l'aide d'un SORVALL OMNIMISER puis l'extraction des composés organochlorés a été faite sur colonne avec 50% CH_2CL_2 dans l'hexane (V/V). L'éluat obtenu a été nettoyé et séparé sur colonne de FLORISIL en trois fractions contenant des composés organochlorés différents. Ces fractions ont par la suite été analysées en chromatographie en phase gazeuse. Les détails de la méthode sont expliqués dans le rapport CWS-87-000 (Won & Turle, 1987).

3. RÉSULTATS

3.1 RÉCOLTE DES ÉCHANTILLONS

Le tableau 1 présente un relevé des échantillons recueillis au cours de l'étude. On remarque que plusieurs des Canards de Pékin n'ont pu être retrouvés à la fin de l'expérience (79%). La majorité de ces individus avaient été placés au Cap Tourmente (64%) et à l'île au Cheval (22%). À ces deux endroits, la présence de prédateurs (Renards, Coyottes, Ratons laveurs -- peut-être même des braconniers) pourraient être la cause de la disparition de plusieurs canards puisqu'aucun cadavre n'a été retrouvé. Le tableau 2 indique le nombre d'analyses qui ont pu être réalisées compte tenu du succès mitigé de notre récolte d'échantillons.

3.2 RAPPORT DE NÉCROPSIE

Aucune trace d'huile n'a été trouvée sur le plumage des Canards de Pékin (même ceux récoltés à la première visite) et des canetons sauvages de Canard noir et de Canard colvert. Toutefois, certains canards domestiques ayant commencé à changer de plumage durant la période d'étude, il est possible qu'ils se soient ainsi débarrassés des petites taches d'huile qui auraient pu souiller leur plumage dans les jours qui ont suivis leur mise à l'eau

Une perte de poids considérable a été enregistrée particulièrement chez les sujets placés dans la zone affectée à l'île au Canot ($n=4$; $\bar{x} \pm Sx = 57,2 \pm 19,7$ g/j) comparativement au seul individu témoin qui ait été récupéré au cap Tourmente (28,1 g/j).

Quant aux poids relatifs des organes internes (pds organe /pds corporel), nous n'avons détecté aucune différence significative (test de t, $p < 0,05$) entre le poids relatif des surrénales, des reins et du foie entre les différents sites, aussi bien pour les Canards de Pékin que pour les canetons sauvages (Tableau 3).

TABLEAU 1. Liste des échantillons récoltés

SITE	Mise à l'eau		Récolte			PRÉLÈVEMENTS SANGUINS
	Date	Canards de Pékin	Date	Canards de Pékin	Canetons sauvages	
TÉMOINS						
Ferme d'élevage						2
Cap Tourmente	88/05/19	10				
			88/06/15	1		1
			88/07/12		2	2
ZONE AFFECTÉE						
Ile au Canot	88/05/25	4				
	88/06/16	2	88/06/16	2		4
			88/07/13	2		2
Ile au Cheval	88/05/25	4				
Iles aux Grues et aux Oies			88/07/13		12	6

TABLEAU 2. Nombre d'analyses effectuées

SITE	ESPÈCES	NOMBRE D'INDIVIDUS	NÉCROPSIES	ANALYSES SANGUINES	ANALYSES CHIMIQUES		
					OC	BPC	HAP
TÉMOINS							
Ferme d'élevage	Canard de Pékin	4	2	2	2	2	1
Cap Tourmente	Canard de Pékin	1	1	1	1	1	1
	Canetons noir/colvert	4	2	1	-	-	-
ZONE AFFECTÉE							
Ile au Canot	Canard de Pékin	2	4	6	1	1	1
Iles aux Grues et aux Oies	Canetons noir/colvert	12	12	5	-	-	-

TABLEAU 3. Moyennes des poids relatifs des organes (Pds organe/pds corporel)

SITE	ESPÈCE	N	TEMPS (J)	SURRÉNALES	FOIE	REINS
TÉMOINS						
Ferme d'élevage	Canard de Pékin	4	0	-	0,02031	-
Cap Tourmente	Canard de Pékin	1	28	-	-	-
	Canetons noir/ colvert	2	-	0,00029	0,04917	0,01792
ZONE AFFECTÉE						
Ile au Canot	Canard de Pékin	3	22-30	0,00059	0,02600	0,01361
Iles aux Grues et aux Oies	Canetons noir/ colvert	12	-	0,00037	0,03487	0,01398

- Aucune différence significative (test de t; $p < 0,05$) entre les poids relatifs des différents organes des canetons des deux sites.

- Aucune différence significative (test de t; $p < 0,05$) entre le poids relatif du foie pour les Canards de Pékin de l'île au Canot et ceux servant de témoins.

Des hémorragies gastro-intestinales ainsi que des infestations parasitaires ont été constatées chez plusieurs sujets quelque soit leur provenance. Les résultats complets des autopsies sont présentés à l'annexe 1.

3.3 ANALYSES SANGUINES

Les résultats des analyses sanguines sont présentés au tableau 4. Celles-ci révèlent une hypoprotéinie chez la majorité des sujets. Chez les Canards de Pékin, on note une tendance à la baisse des valeurs de l'hématocrite entre les sujets témoins (ferme d'élevage et Cap Tourmente) (n=3, 47,3% $\pm$ 5,0) et celle des sujets exposés (île au Canot) (n=6, 39,2% $\pm$ 5,8). La même tendance à la baisse est observée pour les protéines plasmiques entre les sujets témoins (6,4 g/10ml $\pm$ 1,5) et les sujets exposés (5,0 g/100ml $\pm$ 2,3). Cette tendance est toutefois moins marquée que celle constatée pour l'hématocrite.

Il semble également y avoir regénérescence active de globules rouges chez les Canards de Pékin de l'île au Canot. Des corps réfractiles intraérythrocytaires (corps de Heinz) ont été retrouvés chez des sujets de cette espèce provenant aussi bien de l'île au Canot que du Cap Tourmente (Annexe 1).

3.4 ANALYSES CHIMIQUES

3.4.1. Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Aucun des composés standards normalement analysés (annexe 2) n'a été détecté (seuil de détection: 0,5 ug/l) dans le foie du Canard de Pékin provenant directement de la ferme d'élevage. Seule la présence d'hydrocarbures impairs caractéristiques du milieu végétal y a été détectée. Aucun des composés standards n'a également été détecté chez les Canards de Pékin placés dans le milieu naturel. Cependant, pour un échantillon provenant de l'île au Canot (site affecté), la présence de chaînes d'hydrocarbures lourds a été détectée en fin de chromatographe. Ces composés n'ont pu être identifiés car il est impossible de posséder tous les standards nécessaires à l'analyse des hydrocarbures vu la grande variété des composés existants.

TABLEAU 4: Moyennes des paramètres sanguins

SITE	ESPÈCE	NOMBRE JOURS	N	LYMPHOCYTES %	MONOCYTES %	HÉTÉROCYTES %	HÉMATOCRITE* % $\bar{X} \pm Sx$	PROTÉINES** PLASMIQUES (g/100ml) $\bar{X} \pm Sx$
TÉMOINS								
Ferme d'élevage	Canard de Pékin	0	2	-	-	-	50 ± 5,65	7,05 ± 2,19
Cap Tourmente	Canard de Pékin	28	1	76,5	3,5	20	42	5,2
	Canetons noir/ colvert	-	1	-	-	-	39	3,4
ZONE AFFECTÉE								
Ile au Canot	Canard de Pékin	22	4	70,43	4,86	24,86	36 ± 3,83	3,89 ± 1,74
	Canard de Pékin	30	2	55,5	3,0	41,5	45,5 ± 6,36	7,35 ± 2,61
Iles aux Grues et aux Oies	Canetons noir/ colvert	-	5	-	-	-	38,8 ± 9,17	3,64 ± 0,6

* Aucune différence significative ($p > 0,20$)

** Le niveau de signification statistique se situe entre $0,10 \leq p \leq 0,20$ pour la comparaison entre les Canards de Pékin exposés et ceux servant de témoins.

3.4.2. Composés organochlorés et BPC: Très peu de contaminants normalement analysés ont été retrouvés dans le foie des Canards de Pékin provenant directement de la ferme d'élevage, soit 12 sur une possibilité de 64 (tableau 5). Pour tous les composés retrouvés, les concentrations observées sont très faibles (tableau 6). La situation est différente en ce qui concerne les canards élevés en milieu naturel. Ainsi, les concentrations des composés organochlorés et des BPC retrouvées chez les canards domestiques de l'île au Canot et du Cap Tourmente sont en général de 1 à 15 fois supérieures à celles des sujets provenant de la ferme d'élevage (pour les concentrations exprimées aussi bien en poids humides que pour celles exprimées en fonction du poids en lipide). Le nombre de composés organochlorés trouvés dans le foie des Canards de Pékin est sensiblement le même pour ceux élevés au Cap Tourmente (n=10) et à l'île au Canot (n=12). Le nombre d'isomères de BPC trouvés est un peu plus élevé chez les femelles de l'île au Canot (n=23) que chez celle du Cap Tourmente (n=19) (tableau 5).

Les concentrations des composés organochlorés et des BPC retrouvés chez les canards domestiques de l'île au Canot sont en général de 1,5 à 4 fois supérieures à celles de l'individu élevé au Cap Tourmente. Ces concentrations sont présentées aux tableaux 6 et 7. Il convient de souligner que pour l'ensemble des contaminants, les concentrations observées sont faibles. Les concentrations les plus élevées se rapportent à l'aroclor 1254/1260 (0,0583 ppm), aux BPC totaux (0,0338), au DDE (0,0071 ppm), à la dieldrine (0,0043 ppm) et à l'époxide d'heptaclore (0,0067 ppm).

4. DISCUSSION

4.1 CONDITION PHYSIOLOGIQUE DES CANARDS

Le pourcentage élevé de canards domestiques disparus ou morts (79%) au cours de cette expérience est légèrement supérieur à celui d'une étude portant sur l'accumulation des contaminants dans le temps chez des

TABLEAU 5. Nombre de contaminants présents dans le foie des Canards de Pékin

SITE	COMPOSÉS ORGANOCHLORÉS		ISOMÈRES DE BPC		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
Ferme d'élevage	7	32	5	12	12	19
Cap Tourmente	10	45	19	45	33	52
Ile au Canot	12	55	23	55	33	52
Nombre total de contaminants différents détectés	22		42		64	

TABLEAU 6. Concentrations des composés organochlorés présents dans le foie des Canards de Pékin. Les concentrations sont exprimées en partie par million (ppm) et sont basées sur le poids humide (1) et le poids en lipides (2).

CONTAMINANTS	FERME D'ÉLEVAGE	CAP TOURMENTE	ILE AU CANOT
p,p'-DDE (1)	0,0008	0,002	0,0071
(2)	0,0085	0,0669	0,2996
p,p'-DDD	ld*	ld	0,0007
			0,0295
Mirex	ld	ld	0,0003
			0,0127
Oxy-Chlordane	0,0003	0,0014	0,002
	0,0024	0,0468	0,0844
Dieldrine	0,0031	0,0043	0,0034
	0,0365	0,1438	0,1435
t-Nonachlore	0,0003	0,0017	0,001
	0,0028	0,0569	0,0422
Epoxide d'heptachlore	0,0002	0,0067	0,0034
	0,0365	0,2241	0,1435
Aroclor 1254/1260	0,0033	0,0375	0,583
(1:1)	0,0334	1,2542	2,4599
Aroclor 1260	0,0014	0,007	0,0194
	0,0146	0,2341	0,8186
Pentachlorobenzène	0,0005	0,0003	0,0004
	0,0062	0,0100	0,0169
Hexachlorobenzène	0,0002	0,0006	0,0012
	0,0017	0,0201	0,0506
Octachlorostyrène	ld	0,0006	0,0004
		0,0201	0,0169
Eau (%)	70,3	73,74	77,34
Graisse (%)	9,41	2,99	2,37
N (pool)	2(2)	1(1)	1(4)

*ld = limite de détection

Les contaminants suivants: p,p'-DDT, photo-Mirex, α-HCH, B-HCH, g-HCH, C-chlordane, t-Chlordane, c-Nonachlore, 1245-Chlorobenzène et 1234-Chlorobenzène sont à la limite de détection pour tous les spécimens analysés.

TABLEAU 7. Concentrations des isomères de BPC présents dans le foie des Canards de Pékin. Les concentrations sont exprimées en partie par million (ppm) et sont basées sur le poids humide (1) et le poids en lipides (2)

ISOMÈRES DE BPC(#)	LIMITE DE DÉTECTION (ld)	TÉMOINS		ZONE AFFECTÉE
		FERME D'ÉLEVAGE	CAP TOURMENTE	ILE AU CANOT
28 (1)	0,0001	0,0003	0,0004	0,0003
(2)		0,0046	0,0134	0,0127
31	0,0002	ld	0,0004	0,0012
			0,0134	0,0506
47	0,0001	0,0408	0,008	0,0077
		0,0530	0,2676	0,3249
66	0,0001	ld	0,0005	0,0009
			0,0167	0,0380
99	0,0001	ld	0,0006	0,0014
			0,0201	0,0591
101	0,0001	ld	0,0004	0,0004
			0,0134	0,0169
105	0,0001	ld	0,0003	0,0008
			0,0134	0,0169
110	0,0001	ld	0,0002	0,0002
			0,0067	0,0084
118	0,0001	ld	0,0009	0,0031
			0,0301	0,1308
128	0,0001	ld	0,0002	0,0005
			0,0067	0,0211
129	0	ld	ld	0,0002
				0,0084
138	0,0001	0,0002	0,0027	0,0042
		0,007	0,0903	0,1772
146	0	ld	0,0003	0,0006
			0,0100	0,0253
153	0	0,0002	0,0013	0,0043
		0,007	0,0435	0,1814
158	0	ld	ld	0,0001
				0,0042
170	0,0001	ld	0,0003	0,0008
			0,0100	0,0338
171	0,0001	ld	ld	0,0006
				0,0253
174	0,0001	ld	0,0002	ld
			0,0067	
180	0,0001	0,0002	0,0008	0,0022
		0,007	0,0268	0,0928
182	0	0,0001	0,0014	0,0016
		0,0004	0,0468	0,0675
183	0	ld	0,0001	0,0003
			0,0033	0,0127
194	0	ld	ld	0,0002
				0,0211
201	0,0001	ld	0,0003	0,0006
			0,0100	0,0253
203	0	ld	ld	0,0003
				0,0127
206	0	ld	ld	0,0001
				0,0042
CH 4	0	0,0048	0,0085	0,0086
		0,0054	0,2843	0,3629
CH 5	0	ld	0,0026	0,006
			0,0870	0,2532
CH 6	0	0,0004	0,0046	0,0101
		0,0003	0,1538	0,4262
CH 7	0	0,0002	0,0029	0,0059
		0,0002	0,0970	0,2489
CH 8	0	ld	0,0003	0,0012
			0,01	0,0506
CH 9	0	ld	ld	0,0001
				0,0042
OS 1	0	0,0002	0,0026	0,0064
		0,0002	0,0870	0,2700
OS 2	0	0,0053	0,0152	0,0235
		0,006	0,5084	0,9916
OS 3	0	0,0001	0,0021	0,0037
		0,0001	0,0702	0,1561
BPC totaux	0	0,0057	0,02	0 0338
		0,0006	0,6689	1,4262

Les isomères suivants: 42, 44, 49, 52, 60, 64, 70, 87, 97, 141, 151, 172, 185, 195, 200 et OS 4 sont à la limite de détection pour tous les spécimens analysés.

CH = Homologues de BPC
OS = Nombre d'atomes de chlore en position ortho
ld = Limite de détection

Canards de Pékin placés en milieu naturel (73%) (Rodrigue, en préparation). Celui-ci a trouvé que la plupart (66%) des canards sont disparus alors que seulement 7% étaient retrouvés morts. Ces résultats suggèrent fortement que la prédation et le braconnage sont les principales causes de disparition des canards domestiques utilisés dans une étude de ce genre. Rodrigue (op. cit.) a aussi observé une perte journalière moyenne de poids de 44,1 g/j pour dix Canards de Pékin ayant séjourné entre 25 et 31 jours à différentes stations le long du fleuve Saint-Laurent. Cette valeur se situe entre celles que nous avons obtenues (Cap Tourmente, 28 g/j; Ile au Canot, 57 g/j), nous laissant supposer que les Canards de Pékin placés dans la zone affectée ont éprouvés plus de difficultés à se nourrir que ceux placés dans d'autres marais du Saint-Laurent.

La diminution de poids des Canards de Pékin peut s'expliquer en partie par la période d'adaptation que doivent subir ces canards lorsqu'ils sont transférés de la ferme d'élevage (où ils sont bien nourris) au milieu naturel. Pendant qu'ils apprennent à trouver leur nourriture, soit pendant environ 15 jours (Rodrigue, op. cit.), ils survivent généralement grâce à leurs réserves lipidiques entraînant ainsi une diminution de poids. À ce facteur s'ajoute probablement une pénurie de ressources alimentaires et/ou peut-être un déréglement physiologique attribuable à l'ingestion de nourriture contaminée par l'huile dans le cas précis des sujets placés à l'île au Canot.

L'hypoprotéinie observée chez les canetons sauvages a pu être causée par le délai entre la prise de sang et l'autopsie -- délai pendant lequel ces derniers ne se sont probablement pas alimentés. Tout comme pour les Canards de Pékin placés à l'île au Canot, l'hypoprotéinie pourrait aussi être reliée aux infestations parasitaires et à la perte consécutive de sang dans le tractus digestif. Notons que des hémorragies gastro-intestinales sont parfois rapportées chez des canards ayant ingéré de l'huile (Hartung & Hunt, 1966; Malins, 1977). Hartung et Hunt (1966) ont observé une baisse significative des valeurs de l'hématocrite entre des Canards de Pékin normaux (45,6 % $\pm$ 2,96) et des Canards de Pékin ayant été exposés à une ingestion d'huile de 2 g/kg de nourriture

pendant huit jours (37,1 % ± 1,48). Dans notre expérience une tendance à la baisse a été constatée (0,10 <p <0,20) chez les Canards de Pékin élevés à l'île au Canot comparativement aux témoins. Cette baisse peut-être expliquée par trois facteurs qu'il nous est impossible de départager. Ces facteurs sont: l'ingestion de nourriture contaminée par l'huile, un manque de nourriture et une période d'adaptation plus longue dans le cas de ces individus.

La présence de corps réfractiles intra-érythrocytaires (corps de Heinz) chez des sujets provenant aussi bien de l'île au Canot que du Cap Tourmente démontre que leur présence ne semble pas être reliée à l'exposition à l'huile.

4.2 CONTAMINATION DES TISSUS

Étant donné le peu de sources majeures à proximité des sites d'étude (LAVALIN, 1988a) et comme les concentrations d'HAP diminuent rapidement lorsque l'on s'éloigne d'une source émettrice (LAVALIN, 1988b), nous croyons que la plupart des HAP détectés dans les foies de nos canards pourraient provenir de déversements d'huile légère dans ce secteur du fleuve. Même si ces composés faiblement bioaccumulables ne sont présents qu'à l'état de trace (sinon absents) dans nos échantillons, nous croyons néanmoins à la présence de ces composés sur les sites affectés. Le faible rendement de la méthode analytique (65%), la transformation progressive des HAP en différents métabolites sous l'action d'enzymes oxydazes, le cours temps de séjour et la petite quantité de HAP présents sur les sites affectés sont autant de raisons qui peuvent expliquer notre difficulté à retrouver ces contaminants dans le foie des canards provenant de la zone affectée.

Les concentrations en pesticides organochlorés et en BPC étant un peu plus élevées dans nos spécimens de l'île au Canot que dans celui du Cap Tourmente (tableau 6), il est possible que ce phénomène ait pu contribuer à accroître légèrement la présence de ces composés dans la zone affectée. Les concentrations d'OC-BPC relevées dans le foie des canards à l'étude sont toutefois beaucoup plus faibles que chez celles

des Canards de Pékin élevés (pour un laps de temps comparable) dans d'autres secteurs plus contaminés du fleuve Saint-Laurent (Tableau 8).

5. CONCLUSION

La disparition des trois quarts des canards domestiques en cours d'étude constitue un point majeur de cette expérience. Nous ne croyons pas que ces pertes soient liées à la présence de résidus d'huile dans les marais d'élevage mais bien plutôt à la prédation puisqu'aucun cadavre n'a été retrouvé -- même à l'aide de chiens. D'ailleurs, ces pertes concernent aussi bien la population testée que la population témoin.

Malgré la petitesse de nos effectifs et le peu de validité statistique de nos résultats, nous croyons tout de même que l'opération nettoyage a été bien réussie. En effet, les canards domestiques et les canetons sauvages recueillis sur les battures affectées montraient peu de symptômes caractéristiques d'une contamination au pétrole. D'un point de vue physiologique, les canards élevés dans la zone qui avait été souillée par le pétrole ont tout de même soufferts de famine comme en témoigne leur perte régulière de poids ainsi que la diminution des protéines plasmiques et du nombre de globules par unité de volume sanguin (accompagnée d'une régénérescence active des globules rouges). Ces symptômes découlent probablement d'une pénurie de nourriture (du moins adéquate pour cette espèce) dans les marais intertidaux de l'île au Canot. Du côté de la contamination par les organochlorés et les biphényles polychlorés, la situation n'est pas préoccupante. Les quelques contaminants détectés à l'état de traces (mais en concentrations un plus plus grandes dans la zone affectée) ne peuvent pas être associés directement au déversement de pétrole qui nous préoccupe.

TABLEAU 8. Concentrations de certains composés organochlorés et de BPC dans le foie de Canards de Pékin élevés dans des marais du fleuve Saint-Laurent (tiré de Rodrigue, en préparation)

SITE	NOMBRE DE JOURS PASSÉS AUX SITES	NOMBRE D'ANALYSES CHIMIQUES	DDE	AROCLOR (1254/1260) (1:1)	DIELDRINE	BPC TOTAUX
Ferme d'élevage	0	2	0,0009	0,0033	0,0031	0,0057
Thurso (Riv. Outaouais)	25	1	0,0027	0,0167	0,0020	0,0102
Lac St-François (Ouest)	28-29	4	0,0956	0,3085	0,0180	0,1592
Lac St-Pierre (Ouest)	31	1	0,0571	0,6934	0,0097	0,2530
Cap Tourmente	28	1	0,0002	0,0375	0,0043	0,0838
Ile au Canot	22-30	1	0,0071	0,0583	0,0034	0,0200

* Les concentrations sont exprimées en ppm de poids humide.

6. RÉFÉRENCES

CONSEIL NATIONAL DES RECHERCHES DU CANADA. 1983. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le milieu aquatique: formation, sources, devenir et effets sur le biote aquatique. CNRC Publication N°18982, Secrétariat de l'environnement, Ottawa, Canada, 218 pp.

HARTUNG, R. 1967. Energy metabolism in oil-covered ducks. J. Wildl. Manage. 31:789-804.

HARTUNG, R. & G.S. Hunt. 1966. Toxicity of some oils to waterfowl. J. Wildl. Manage. 30:564-70.

LAVALIN. 1988a. Inventaire des sources d'hydrocarbures aromatiques polycycliques au Québec. Conservation et Protection, Environnement Canada. Dossier n° 55526. 88 pp.

LAVALIN. 1988b. Présence des HAP dans l'environnement québécois. Conservation et Protection, Environnement Québéc. Dossier n° 55526-A3, 54 pp.

LEIGHTON, F.A., D.B. Peakall, & R.G. Butler, 1983. Heinz-body hemolytic anemia from the ingestion of crude oil: A primary toxic effect in marine birds. Science 220: 871-873.

MALINS, D.C. 1977. Effects of petroleum on arctic and subarctic marine environnement and organisms, Volume II, Biological effects, Academic Press, London, 397 pp.

RODRIGUE, J. -- Utilisation de canards domestiques pour la surveillance des contaminants du Saint-Laurent. Mémoire de maîtrise à l'Université McGill, en préparation.

SEBA & CORCORAN, 1969, 1971. Dans Polisois G. 1974. Projet de superport pétrolier dans le Saint-Laurent: Impact sur l'environnement. Ministère des Richesses Naturelles, 241 pp.

WON, H. & R. Turle. 1987. Report CWS-87-00, 1. Method of analysis 2. Internal Quality assurance control. C.W.S. Wildlife Toxicology and Surveys Branch. 24pp.

ANNEXE 1
RAPPORT DE NÉCROPSIE

A- LÉSIONS PATHOLOGIQUES

Cap Tourmente
Sujets: (7J, C-1, C-12):
- Infestation parasitaire gastroinstestinale modérée à importante;
- évidence d'hémorragie gastro-intestinale chez un sujet.

Ile au Canot
Sujets: (10R, 42, 101, 6J):

10R:
- Évidence d'hémorragie intestinale
- Aucun parasite gastro-intestinal observé
- Atrophie des muscles squelettiques et déshydratation marquée
- Dilatation du ventricule cardiaque gauche avec présence d'un thrombus dans l'oreillette et le ventricule gauche.

42: Infestation parasitaire gastro-intestinale modérée

101: Infestation parasitaire gastro-intestinale très sévère

6J:
- Déshydratation et atrophie musculaire sévères
- Infestation parasitaire
- Hypoprotéinie marquée et évidence d'hémorragie intestinale

Ile aux Grues et aux Oies
Sujets: (C-2 à C-11, C-13, C-14):
- Infestation parasitaire légère: 3 sujets
- Infestation parasitaire légère à modérée: 2 sujets
- Infestation parasitaire légère à importante: 4 sujets
- Broncho-pneumonie: 2 sujets
- Hémorragie intestinale: 7 sujets

B- POLYCHROMATOPHILIE
(Indice de regénérescence active des globules rouges)

Cap Tourmente: élevée chez le Canard de Pékin (7J)
peu élevée chez le caneton (C-12)

Ile au Canot: Juin: élevée chez 3 des 4 canards (26R, 10R, 8R)

Juillet: élevée chez les 2 Canards de Pékin (42, 101).

Ile aux Grues/Oies: peu élevée chez les canetons

C- CORPS RÉFRACTILES RESSEMBLANTS AUX CORPS DE HEINZ
(estimation semi-quantitative)

Juin: très nombreux chez le Canard de Pékin du Cap Tourmente (7J)
peu abondants chez les Canards de Pékin de l'île au Canot

Juillet: présents chez le Canard de Pékin du Cap Tourmente (7J)
très rares chez les canetons du Cap Tourmente et de l'île aux Grues

ANNEXE 2. Liste des composés analysés

ORGANOCHLORÉS (OC)	BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)	HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)
p,p'-DDE	isomère 28	Acénaphthène
p,p'-DDD	" 31	Acénaphthylène
p,p'-DDT	" 42	Anthracène
photo-mirex	" 44	Benzo (a) anthracène
Mirex	" 47	Benzo (b) fluoranthène
α - Hexachlorocyclohexane	" 49	Benzo (k) fluoranthène
B - Hexachlorocyclohexane	" 52	Benzo (ghi) pérylène
g - Hexachlorocyclohexane	" 60	Benzo (a) pyrène
oxy-Chlordane	" 64	Chrysène
t-Chlordane	" 66	Dibenzo (a, h) anthracène
c-Chlordane	" 70	Fluoranthène
Dieldrine	" 87	Fluorène
c-Nanochlore	" 97	Indéno (1,2,3,cd) pyrène
t-Nanochlore	" 99	Naphthalène
Epoxide d'heptaclore	" 101	Phénanthrène
Aroclor 1254/1260 (1:1)	" 105	Pyrène
Aroclor 1260	" 110	
1245-Tétrachlorobenzène	" 118	
1234-Tétrachlorobenzène	" 128	
Pentachlorobenzène	" 129	
Hexachlorobenzène	" 137	
Octachlorostyrène	" 138	
	" 141	
	" 146	
	" 151	
	" 153	
	" 158	
	" 170	
	" 171	
	" 172	
	" 174	
	" 180	
	" 182	
	" 183	
	" 185	
	" 194	
	" 195	
	" 200	
	" 201	
	" 203	
	" 206	

Homologues de BPC à 4 atomes de chlore
" " 5 "
" " 6 "
" " 7 "
" " 8 "
" " 9 "

Résultats calculés

1 atome de chlore en position ortho (substitution)
2 atomes " " " "
3 " " " " "
4 " " " " "

BPC totaux

ANNEXE 3. Liste et données des captures

N° de Canard Pékin	Endroit de capture	PCV (%)			Protéines totales (g/100ml)			Poids à l'entrée (g)	Poids à la sortie du site (g)	Temps de séjour (jrs)
		Début	mi-temps	Fin	Début	mi-temps	Fin			
TÉMOINS										
318	Ferme d'élevage	46			5,5			2860	—	—
104	Ferme d'élevage	54*			8,6			3269	—	—
7J	Cap Tourmente		42			5,2		3696	3087	28
ZONE AFFECTÉE										
6J	Ile Canot		33			1,75		3973	1906	22
8R	Ile Canot		37			3,8		4041	2679	22
26	Ile Canot		41			4,0		3768	2724	22
10R	Ile Canot		33			6,0		3360	1650	22
42	Ile Canot			41			5,5	3269	1875	30
101	Ile Canot			50			9,2	3723	2200	30

* Il y a eu dans ce cas hydrolyse des globules rouges.

N° Caneton	Espèce	Endroit de capture	PCV (%)	Protéines totales (g/100ml)	Poids (g)	Âge (jrs)
			FIN			
TÉMOINS						
12	Colvert (hybride)	Cap Tourmente	39	3,4	300	32
11	Colvert	Anse à Anty Ile aux Grues	25	2,6	220	23
ZONE AFFECTÉE						
9	Colvert	Ruisseau au Cochon - Ile aux Grues	49	4,1	550	32
10	Colvert	Ruisseau au Cochon - Ile aux Grues	38	4,0	550	32
13	Colvert	Ruisseau au Cochon - Ile aux Grues	37	3,7	350	40
14	Canard noir	Ruisseau au Cochon - Ile aux Grues	45	3,8	400	40

ANNEXE 4. Poids de certains organes internes des sujets à l'étude

ESPÈCE	Numéro	Poids corporel	Foie (g)	Reins (g)	Surrénales (g)
		Poids			
Canard de Pékin	42	1875	55,6	20,3	0,4
" " "	101	2200	67,7	18,5	0,3
" " "	10R	1650	32	23,34	0,3
" " "	1000	3632	88,5	--	--
" " "	1001	4086	101,1	--	--
" " "	1002	4722	99,1	--	--
" " "	1003	4585	102,2	--	--
Caneton colvert/noir	C-4	950	32,9	11,7	0,1
" " "	C-14	400	12,6	5,2	0,1
" " "	C-13	350	8,7	4,2	0,1
" " "	C-12	300	10,3	5,5	0,1
" " "	C-11	220	6,6	3,9	0,1
" " "	C-10	550	14,4	7,3	0,4
" " "	C-9	550	13,4	7,0	0,3
" " "	C-8	150	4,9	2,2	0,1
" " "	C-7	1000	43,3	15,3	0,4
" " "	C-6	1350	54,1	--	0,3
" " "	C-5	1150	37,0	--	--
" " "	C-3	500	24,1	7,4	0,1
" " "	C-2	500	25,2	--	0,1
" " "	C-1	400	25,6	7,0	0,1